

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

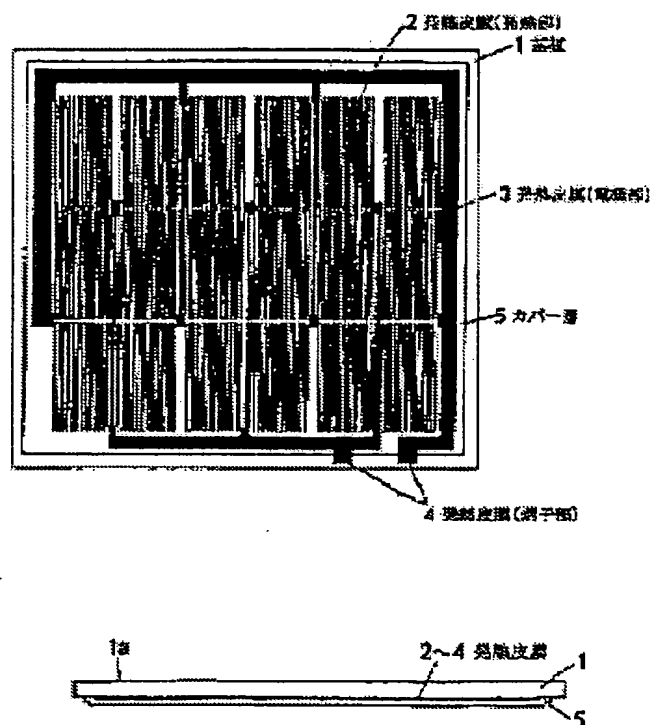
PLANE HEATING ELEMENT

Patent number: JP9063757
Publication date: 1997-03-07
Inventor: MONMA TETSUYA
Applicant: SHARP CORP
Classification:
 - international: H05B3/84; H05B3/20
 - european:
Application number: JP19950220150 19950829
Priority number(s):

Abstract of JP9063757

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plane heating element whith no damage to a substrate and less deterioration of heating coats by pattern-printing and firing conductive paste containing silver powder and nonleaded glass frit at a specified rate on the surface of a glass substrate with a low thermal expansion coefficient.

SOLUTION: Conductive paste is printed in a pattern, which is divided into plural zones with parallel wirings, on the surface of a substrate 1 such as a glass or a ceramics with a thermal expansion coefficient of $30 \times 10^{-7} / \text{deg.C}$ or less and then fired at 750-900 deg.C. The conductive paste contains 60-99wt.% silver powder as nonorganic component and 40-1wt.% nonleaded glass frit powder with a yield point of 500 deg.C or more. The nonleaded glass contains alkali metal or alkali earth metal, preferably nonleaded borosilicate glass with a thermal expansion coefficient of $80 \times 10^{-7} / \text{deg.C}$ or less. In this way, preset pattern of heating coats 2-4 are formed. Then, glass paste is printed and fired thereon to form a cover layer 5.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-63757

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 3/84			H 0 5 B 3/20	3 9 2
3/20	3 9 3			3 9 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-220150

(22) 出願日 平成7年(1995)8月29日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 門馬 哲也

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

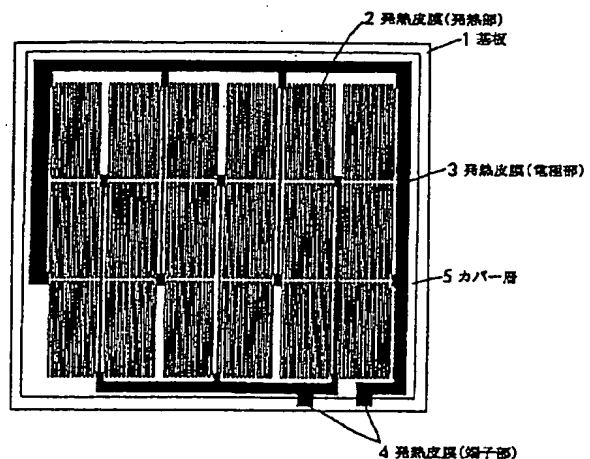
(74) 代理人 弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 面状発熱体

(57) 【要約】

【課題】 基板表面温度が300℃前後になっても基板の損傷がなく、かつ、製造工程を増やすことなく通電の繰り返しによる発熱皮膜の劣化が少ない面状発熱体を提供する。

【解決手段】 熱膨張率が $30 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下のガラス又はセラミックス製の基板1の表面に、無機成分として銀粉末60～99重量%と500℃以上の屈伏点を有する無鉛ガラスフリット粉末40～1重量%とを含む導体ペーストをパターン印刷し焼成することにより発熱皮膜2～4を形成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】熱膨張率が $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下のガラス又はセラミックスから成る基板の表面に、無機成分として銀粉末60～99重量%と500℃以上の屈伏点を有する無鉛ガラスフリット粉末40～1重量%とを含む導体ペーストをパターン印刷し焼成することにより発熱皮膜を形成して成る面状発熱体。

【請求項2】前記無鉛ガラスフリット粉末がアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有する無鉛ホウ珪酸ガラスから成り、その熱膨張率が $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の面状発熱体。

【請求項3】前記発熱皮膜上にガラスペーストを印刷し焼成することによりカバー層を形成したことを特徴とする請求項1に記載の面状発熱体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、面状発熱体に関するものである。更に詳しくは、調理器、特にホットプレートに適した面状発熱体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ホットプレートに用いられているヒータとしては、シーズヒータが一般的であり、アルミ等から成る調理板の下部にシーズヒータが設置されたタイプのホットプレートや、調理板にシーズヒータが埋め込まれたタイプのホットプレートが市販されている。しかしながら、このような構造の調理器では、調理板の温度がシーズヒータからの距離に応じて異なるため、調理面全体を均熱化することが困難である。

【0003】そこで、近年、調理面全体の均熱化が期待できる発熱体として、基板を直接、かつ、面状に発熱させる面状発熱体が提案されている(特開昭62-31983号公報等)。この面状発熱体は、耐熱ガラス基板の表面に導体ペーストをパターン印刷し焼成することにより発熱皮膜を形成して成るものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記面状発熱体には以下のような問題がある。例えば、耐熱ガラス基板としてバイレックスガラスのような非結晶化ガラスを用いた場合、調理に適した温度(即ち、調理面が300℃前後の温度)になるように通電を行うと、調理面に引っ張り応力がかかって基板が割れてしまうといった問題が生じる。これは、バイレックスガラスの熱膨張率($32 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)が比較的大きいためである。

【0005】耐熱ガラス基板として結晶化ガラスを用いた場合には、熱膨張率が小さいので上記のような問題は生じない。しかし、基板表面に形成されている発熱皮膜との熱膨張率差が大きくなるため、発熱皮膜が基板から剥離するといった問題や、通電の繰り返しによって発熱皮膜にクラックが発生して徐々に抵抗が大きくなるといった問題が生じる。耐熱ガラス基板と発熱皮膜の層との

間に層間の熱膨張差を緩和する中間層を形成すれば、上記問題を解決することはできるが、中間層の印刷、焼付工程等が増えた分、製造コストが高くなってしまう。

【0006】本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、基板表面温度が300℃前後になっても基板の損傷がなく、かつ、製造工程を増やすことなく通電の繰り返しによる発熱皮膜の劣化が少ない面状発熱体を提供することにある。

【0007】

10 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明の面状発熱体は、熱膨張率が $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下のガラス又はセラミックスから成る基板の表面に、無機成分として銀粉末60～99重量%と500℃以上の屈伏点を有する無鉛ガラスフリット粉末40～1重量%とを含む導体ペーストをパターン印刷し焼成することにより発熱皮膜を形成した構成となっている。

20 【0008】第1の発明の構成によると、基板として熱膨張率の小さい材料を用いているため、調理面が300℃になるまで温度を上げて熱応力による割れが発生しない。このような熱衝撃に強い基板材料の1つとして、例えば、ベータスポジューメン結晶から成る結晶化ガラスが挙げられる。通常、このような低熱膨張基板材料に対して皮膜形成を行う場合、前記剥離、クラック等が発生しやすいため皮膜材料の選定は難しいが、第1の発明では導電材として銀を用いることによりこの問題を解消している。つまり、銀は非常に柔軟性に富む材料であるため、温度変化により膨張収縮を繰り返してもその内部での弾性変形により容易に熱応力が緩和されるのである。

30 【0009】銀粉末とガラスフリット粉末との混合比を、銀粉末量60～99重量%に対しガラスフリット粉末量を40～1重量%とするのは、ガラスフリット粉末量が1重量%未満の場合、基板と発熱皮膜との十分な密着強度がとれず、40重量%を超えると発熱皮膜の抵抗が大きくなりすぎるからである。また、導体ペースト中の無鉛ガラスフリット粉末の屈伏点を500℃以上とするのは、面状発熱体を調理器に使用する場合に300℃程度の調理表面温度が必要とされ、このため発熱皮膜に400℃以上の耐熱性が要求されるからである。

40 【0010】第2の発明の面状発熱体は、前記第1の発明において、前記無鉛ガラスフリット粉末がアルカリ金属(例えば、Na, K, Li)又はアルカリ土類金属(例えば、Ca, Mg, Ba)を含有する無鉛ホウ珪酸ガラスから成り、その熱膨張率が $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることを特徴とする。

50 【0011】第2の発明の構成によると、無鉛ガラスフリット粉末としてアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有する無鉛ホウ珪酸ガラス粉末が用いられているので、焼き付け(つまり焼成)において溶融状態にあるガラスフリットの粘性は小さいものとなる。これによって発熱皮膜中のガラス層の薄膜化が促進されるため、無鉛ガラスフリット粉末の熱膨張率が $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 程度であっ

でも、実用上支障となるような剥離やクラックは発生しない。

【0012】第3の発明の面状発熱体は、前記第1の発明において、前記発熱皮膜上にガラスペーストを印刷し、焼成することによりカバー層を形成したことを特徴とする。第3の発明の構成によると、発熱皮膜上に形成されたカバー層が、発熱皮膜に生じる応力を緩和する。

【0013】ガラスペースト中の無機成分としては、ガラスフリット粉末だけでもよく、また、ガラスフリット粉末と低膨張フィラーとの混合物でもよい。ガラスペースト中の無機成分がガラスフリット粉末のみの場合、ガラスフリット粉末の熱膨張率は $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下であるのが好ましい。熱膨張率がこれよりも大きいと、焼成後のクラックの発生によってカバー層が剥離しやすくなるからである。

【0014】ガラスペースト中の無機成分がガラスフリット粉末と低膨張フィラーとの混合物である場合、ガラスフリット粉末と低膨張フィラーとの混合比は、ガラスフリット粉末10～100重量%に対して低熱膨張フィラー90～0重量%であるのが好ましい。ガラスフリット粉末量が10重量%未満の場合、基板や発熱皮膜との密着強度が十分に得られないからである。低膨張フィラー材料としては、例えば、ベータスポジューメン結晶から成る結晶化ガラス、コーディエライト結晶から成る結晶化ガラスのように、熱膨張率の非常に小さいものが最適である。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した面状発熱体を、図面を参照しつつ説明する。図1は本発明を実施したホットプレート用の面状発熱体を示す平面図であり、図2はその断面図である。これらの図において、1は基板、2～4は発熱皮膜、5はカバー層である。発熱皮膜2～4のうち、2は発熱部、3は電極部、4は端子部を構成しており、電極部3が発熱部2より幅の広い印刷パターンになっているので、端子部4に電圧を印加すると、発熱部2が選択的に発熱する。

【0016】基板1は熱膨張率が $30 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下のガラス又はセラミックスから成り、この基板1において発熱皮膜2～4の形成されていない側が調理面1aである。基板1は、例えば、ベータスポジューメン結晶から成る結晶化ガラスのように、熱膨張率の小さい(つまり、熱衝撃に強い)材料から成っている。このため、調理面1aが 300°C になるまで温度を上げて熱応力による割れは発生しない。

【0017】発熱皮膜2～4は、基板1の表面に、無機成分として銀粉末60～99重量%と 500°C 以上の屈伏点を有する無鉛ガラスフリット粉末40～1重量%とを含む導体ペーストをパターン印刷し焼成することによって形成される。このときの焼成は、 750°C ～ 900°C 、特に 750°C ～ 850°C で行うのが好ましい。 900°C を超える温度で焼成を行うと、基板1に焼き付けられた発熱皮膜2～4に膨

らみが生じやすくなるからである。

【0018】図1に示す発熱皮膜2～4のパターンは、発熱皮膜2が複数のゾーンに分割され、かつ、各ゾーンが並列配線された構成となっている。ここで、調理面1a上に食材を載せると、その食材が載った部分の基板裏面に位置するゾーンの温度は低下し、そのゾーンの発熱皮膜2の抵抗値が減少する。これは、発熱皮膜2～4に導電材として含まれている銀が正の抵抗温度係数を有するためである。従って、温度低下したゾーンの発熱皮膜2は、他のゾーンのものより発熱量が大きくなる。この選択的な発熱によって基板1の温度復帰が早くなるため、調理面1aの温度は速やかに均熱化される。このように発熱皮膜2の特性によって、一部分に温度変化が生じた基板は制御回路なしで素早く均熱化され、さらに、立ち上がり時間も短くなるため調理時間が短縮される。また、調理のために基板1が直接、かつ、面状で加熱されるため、効率が良いばかりでなく均熱化も容易になる。

【0019】導電材として用いられている銀は非常に柔軟性に富む材料であるため、温度変化により膨張収縮を繰り返しても、その内部での弾性変形により容易に熱応力が緩和され、その結果、発熱皮膜2～4の劣化が抑えられる。

【0020】無鉛ガラスフリット粉末としては、アルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有する無鉛ホウ珪酸ガラス粉末を用いることができる。この無鉛ホウ珪酸ガラス粉末は、焼成において溶融状態になると粘性が小さくなるので、発熱皮膜中のガラス層の薄膜化が促進される。このため、無鉛ガラスフリット粉末の熱膨張率が $80 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 程度であっても、実用上支障となるような剥離やクラックは発生しない。

【0021】無鉛ガラスフリット粉末として、熱膨張率が $50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下の無鉛ホウ珪酸ガラスから成るものを用いてもよい。無鉛ガラスフリット粉末中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属がほとんど含有されていなくても、熱膨張率が $50 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下であれば剥離やクラックは発生しないからである。

【0022】カバー層5は、発熱皮膜2、3上にガラスペーストを印刷し、 650°C ～ 850°C で焼成することによって形成される。このカバー層5は、単に発熱皮膜2の絶縁として機能するだけでなく、発熱皮膜2に生じる応力を緩和して、発熱皮膜2の劣化の防止に大きく寄与する。ガラスペースト中の無機成分として、ガラスフリット粉末のみを用いる場合には、熱膨張率が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下のものを用いるのが好ましく、また、ガラスフリット粉末と低膨張フィラーとの混合物を用いる場合には、その混合比をガラスフリット粉末10～100重量%に対して低熱膨張フィラー90～0重量%とするのが好ましい。この低膨張フィラー材料としては、例えば、ベータスポジューメン結晶から成る結晶化ガラス、コーディエライト結晶

から成る結晶化ガラスが挙げられる。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施した面状発熱体に関し、実施例、試験例等を挙げて更に具体的に説明を行う。

【0024】《面状発熱体の製造方法(図1、図2)》図1、図2に示す面状発熱体を、以下のような工程で作製した。まず、銀粉末とガラスフリット粉末を各々秤量し混合した。これらの混合物に、有機溶媒としてアクリル系バインダーとターピネオール(terpineol)との混合物を加えた後、3本ロールにて混練して、導体ペーストを得た。なお、有機溶媒は印刷性を損なわず、かつ、焼き付け時に容易に脱脂されるものであれば、上記混合物の代わりに用いることができる。

【0025】次に、この導体ペーストをスクリーン印刷法により基板1の表面(調理面1aの裏面)に、図1に示すようにパターン印刷した。この印刷パターンは、作製する発熱皮膜2～4の面抵抗と定格出力によって、その幅やピッチが決定される。数分間、常温でレベリングさせた後、乾燥炉中で乾燥させた(乾燥温度：100～150℃)。焼き付けを大気炉で行って(焼成温度：750～850℃)、発熱皮膜2～4を形成した。

【0026】カバー層5の形成にあたっては、まず、前記導体ペーストと同様の方法でガラスペーストを作製した。得られたガラスペーストで発熱皮膜2～4を覆うよ*

*うに基板1上にスクリーン印刷を行った後、乾燥、焼き付けを行った。

【0027】《面状発熱体の性能試験》上記製造方法で作製したサンプルを用いて、面抵抗値の測定及び通電サイクル試験を行い、その結果から面状発熱体の性能劣化を調べた。通電サイクル試験は、安定時のワット密度が1.9W/cm²になるように電圧を調整した後、ON15分間/OFF15分間のサイクル通電によって行った。なお、安定時の皮膜表面温度は約350℃であった。発熱皮膜2～4が基板1から剥離したか否かを面状発熱体の外観で判定し、通電の繰り返しによって発熱皮膜2～4にクラックが発生したか否かを抵抗値の変化(抵抗率変化)で判定した。

【0028】〈サンプル用のガラスフリット(表1)〉表1に、面状発熱体の性能試験用サンプルの作製に用いたガラスフリット粉末の詳細を示す。ガラスフリット粉末はA～Eの5種類である。ガラスフリットAは、アルカリ土類金属成分として酸化カルシウムを15%含有し、屈伏点が500℃以上、熱膨張率が80×10⁻⁷/℃以下の無鉛ホウ珪酸ガラスである。また、ガラスフリットBは、屈伏点が500℃以上、熱膨張率が50×10⁻⁷/℃以下の無鉛ホウ珪酸ガラスである。

【0029】

【表1】

ガラスフリットの種類	A	B	C	D	E
SiO ₂ (重量%)	42	89	37	24	7
B ₂ O ₃ (重量%)	31	20	-	15	23
PbO (重量%)	-	-	55	58	4
ZnO (重量%)	-	-	-	-	63
BaO (重量%)	-	4	-	-	-
CaO (重量%)	15	1	4	-	-
その他 (重量%)	12	8	4	3	3
屈伏点 (℃)	590	885	810	485	530
熱膨張率(×10 ⁻⁷ /℃)	73	42	61	86	51

【0030】《第1性能試験用のサンプル(表2)》第1性能試験では、基板材料、ガラスフリット粉末の種類と性能劣化との関係を、前記通電サイクル試験によって調べた。そのためのサンプルを以下のようにして作製した。まず、表2に示す組成で銀粉末とガラスフリット粉末とを配合して導体ペーストを作製した。得られた導体ペーストと表2に示す材料から成る基板とを用いて、前述した製造方法でサンプルを作製した。但し、カバー層5の形成は行わなかった。なお、表2に通電サイクル試

験開始前の発熱皮膜2～4の面抵抗値を併せて示す。

【0031】また、実施例1、2と比較例1、2の基板材料として、ベータスポジューメン結晶から成る結晶化ガラス(商品名：ネオセラムN-11)を用い、比較例3の基板材料としてバイレックスを用いた。なお、基板材料の熱膨張率は、ネオセラムN-11が8～12×10⁻⁷/℃であるのに対し、バイレックスは32×10⁻⁷/℃である。

【0032】

【表2】

サンプルNo.	ペースト組成(重量%)		ガラスフリットの種類	基板材料	面抵抗値 (Ω/\square)
	銀粉末	ガラスフリット粉末			
1-1 (実施例1)	95	5	A	珪素ガラス	2
2-1 (実施例2)	95	5	B	珪素ガラス	2
3-1 (比較例1)	95	5	C	珪素ガラス	3
4-1 (比較例2)	95	5	D	珪素ガラス	3
5 (比較例3)	95	5	A	シリコン	2

【0033】《第1性能試験の結果(図3)》通電サイクル試験結果を図3に示す。基板材料としてバイレックスを用いたサンプルNo.5の基板1は、通電を開始してから数秒後に割れてしまった。このことから、熱膨張率が $30 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上の材料は面状発熱体に適さないことが明白となった。その他のサンプルのサイクル試験結果を図3に示す。サンプルNo.1-1及び2-1は、共に通電サイクルに対し良好な性能を示した。サンプルNo.4-1は、屈伏点が 500°C 以下のガラスフリットを使用した例であるが、早期に抵抗が上昇したため実用的ではない。また、サンプルNo.3-1は、アルカリ金属成分やアルカリ土類金属成分が少なく、かつ、熱膨張率が $50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上のガラスフリットCを用いた場合の比較例であるが、通電サイクルが1000回を越えたあたりから抵抗変化が大きくなる。

10倍なり、ついにはスパークが発生して導通がなくなった。

【0034】《第2性能試験用のサンプル(表3)》第2性能試験では、導体ペースト中の無機成分組成(つまり、銀粉末とガラスフリット粉末との配合比)と発熱皮膜2～4の面抵抗値との関係を調べた。そのためのサンプルを以下のようにして作製した。まず、表3に示す組成で銀粉末とガラスフリット粉末とを配合して導体ペーストを作製した。得られた導体ペーストとネオセラムから成る基板1とを用いて、前述した製造方法でサンプルを作製した。但し、カバー層5の形成は行わなかった。また、表2に発熱皮膜2～4の面抵抗値を測定した結果を併せて示す。

【0035】

【表3】

サンプルNo.	ペースト組成(重量%)		ガラスフリットの種類	基板材料	面抵抗値 (Ω/\square)
	銀粉末	ガラスフリット粉末			
8 (実施例3)	99	1	B	珪素ガラス	2
7 (実施例4)	85	15	B	珪素ガラス	5
8 (実施例5)	70	30	B	珪素ガラス	21
9 (比較例4)	50	50	B	珪素ガラス	∞

【0036】《第2性能試験の結果》比較例4の面抵抗値を測定した結果から、ガラスフリット量が50重量%を越えると面抵抗値が高くなりすぎてしまい、そのような組成のペーストで形成された皮膜は発熱皮膜に適さないことが分かった。また、ガラスフリット粉末なしのサンプルも作製したが、基板1や発熱皮膜2～4との密着強度が得られなかった。従って、最低でも1重量%以上のガラスフリット量が必要であることが分かった。

【0037】上記実施例1～5にはカバー層5が設けられていないが、これらはカバー層5がなくても面状発熱体として十分な寿命性能を有している。従って、実施例1～5は発熱皮膜の絶縁が必ずしも必要でない用途、例えば、調理用プレート固定式のホットプレート等に適している。また、実施例1～5によると、カバー層5の形成工程を省くことができるため、大幅なコストダウンを図ることができる。

【0038】《第3性能試験用のサンプル(表4)》第3性能試験では、カバー層5と性能劣化との関係を、前記

通電サイクル試験によって調べた。そのためのサンプルを以下のようにして作製した。なお、サンプルNo.1-2, 2-2, 3-2, 4-2は、第1性能試験で用いたサンプルNo.1-1, 2-1, 3-1, 4-1にカバー層5を設けたものに相当する。まず、表4に示す組成で銀粉末とガラスフリット粉末とを配合して導体ペーストを作製した。カバー層5となるガラスペーストは、ガラスフリットBとベータスポジューメン結晶から成る結晶化ガラスフィラーとを3:7の割合で配合し、前記有機溶媒と共に混合して作製した。そして、得られた導体ペースト、ガラスペースト及びネオセラムから成る基板1を用いて、前述した製造方法でサンプルを作製した。但し、発熱皮膜2～4及びカバー層は、導体ペーストの印刷・乾燥後にガラスペーストの印刷・乾燥を行ってから同時焼き付けを行うことにより作製した。

【0039】

【表4】

サンプルNo.	ペースト組成(重量%)		ガラスフリットの種類	基板材料	ガラスペースト
	銀粉末	ガラスフリット粉末			
1-2 (実施例6)	95	5	A	珪酸塩	B+フィラー
2-2 (実施例7)	95	5	B	珪酸塩	B+フィラー
3-2 (実施例8)	95	5	C	珪酸塩	B+フィラー
4-2 (比較例5)	95	5	D	珪酸塩	B+フィラー

【0040】《第3性能試験の結果(図4)》通電サイクル試験結果を図4に示す。カバー層5を設けたことによって、サンプルNo.1-2及び2-2の性能が、対応するサンプルNo.1-1及び2-1の性能よりも更に良くなった。また、サンプルNo.3-2は、カバー層5を設けなかった場合(サンプルNo.3-1)に比べて極端に性能が向上し、カバー層5の効果が端的に表れた。但し、この場合も導体ペースト中のガラスフリットが、500℃以下の屈伏点である場合(サンプルNo.4-2)には大幅な性能向上が望めなかった。なお、ここでは低膨張フィラーとしてベータスジョーメン結晶から成る結晶化ガラスを用いたが、コーディエライト結晶から成る結晶化ガラスを用いても同じ効果が得られることが分かっている。

【0041】《第4性能試験用のサンプル(表5)》第4*

サンプルNo.	ペースト組成(重量%)		ガラスフリットの種類	基板材料	ガラスペースト
	銀粉末	ガラスフリット粉末			
1-3 (実施例9)	95	5	A	珪酸塩	C
1-4 (実施例10)	95	5	A	珪酸塩	D
1-5 (実施例11)	95	5	A	珪酸塩	E

【0043】《第4性能試験の結果(図5)》通電サイクル試験結果を図5に示す。なお、参考のため前述のサンプルNo.1-1及びNo.1-2の試験結果を同図に併せて示す。熱膨張率が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以下のガラスフリットを用いれば、上記のように低膨張フィラーを用いずにガラスフリットだけでも、ガラスフリットと低膨張フィラーとの混合物を用いた場合とほぼ同等の効果が得られることが分かった。なお、熱膨張率が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上のガラスフリットAをガラスペーストに用いた場合、カバー層5に大きくクラックが生じ剥離してしまった。

【0044】《面状発熱体の抵抗-温度特性(図6)》図6に、実施例1の発熱皮膜2の抵抗-温度曲線を示す。なお、ここではサンプルNo.1-1を用いて測定を行ったが、他のサンプルを用いた場合も同様の結果が得られた。このグラフから温度の上昇に伴って抵抗値が増加することが分かった。従って、定格出力は基板温度が250℃～300℃時の抵抗値で設計される。しかし、通電初めは基板温度が低いので、そのときの抵抗値は設計時の抵抗値よりも小さくなる。従って、通電初めに定格出力以上で加熱されることになり、このため面状発熱体の立ち上がりは早いものとなる。

【0045】

*性能試験では、カバー層5の形成に用いるガラスフリットと性能劣化との関係を、前記通電サイクル試験によって調べた。そのためのサンプルを以下のようにして作製した。まず、表5に示す組成で銀粉末とガラスフリット粉末とを配合して導体ペーストを作製した。カバー層5となるガラスペーストには低膨張フィラーを用いずに前記有機溶媒と混合して作製した。そして、得られた導体ペースト、ガラスペースト及びネオセラムから成る基板1を用いて、前述した製造方法でサンプルを作製した。但し、発熱皮膜2～4及びカバー層5は、導体ペーストの印刷・乾燥後にガラスペーストの印刷・乾燥を行うことから同時焼き付けを行うことにより作製した。

【0042】

【表5】

【発明の効果】以上説明したように第1～第3の発明の面状発熱体によると、基板の熱膨張率が小さいため、基板表面温度が300℃以上になっても基板の損傷は全くない。また、導電材としての銀が柔軟性に富み、銀粉末とガラスフリット粉末との適正な混合比により基板と発熱皮膜との密着強度が高く保たれ、さらに、無鉛ガラスフリット粉末が発熱皮膜の耐熱性を満たす屈伏点を有しているため、通電の繰り返しによる発熱皮膜の劣化(例えば、発熱皮膜の剥離やクラックの発生)は非常に少ない。従って、面状発熱体の寿命性能は向上し、しかも、製造工程を増やす必要がないので、その点で製造コストを低く抑えつつ上記面状発熱体を実現することができる。

【0046】また、導電材となる銀は正の抵抗温度係数が大きいため、立ち上がり時間が短く、さらに、基板上に食材を載せた場合のように基板温度が低下することがあっても、制御回路なしで素早く温度が復帰して基板温度が均熱化するという効果もある。さらには、調理のために基板を直接、かつ、面状で加熱することができるため、効率が良いばかりでなく容易に均熱化を図ることができる。

【0047】第2の発明の構成によると、無鉛ホウ珪酸

11

ガラスが発熱皮膜中のガラス層の薄膜化を促進するため、無鉛ガラスフリット粉末の熱膨張率が $80 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 程度であっても、上記発熱皮膜の劣化が生じない。

【0048】第3の発明の構成によると、発熱皮膜上に形成されたカバー層が、単に発熱皮膜の絶縁として機能するだけでなく、発熱皮膜の劣化の防止に大きく寄与する。従って、面状発熱体の寿命性能は大幅に向上する。

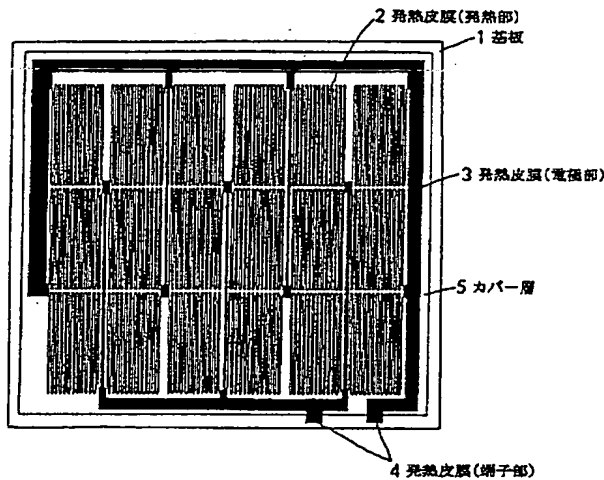
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施した面状発熱体を示す正面図。

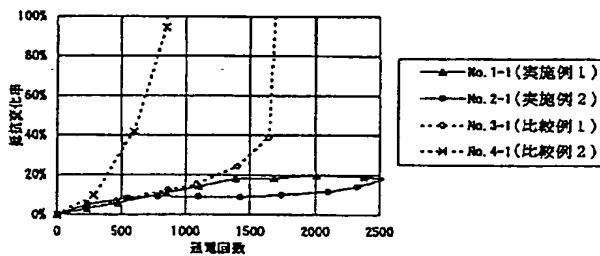
【図2】本発明を実施した面状発熱体を示す断面図。

【図3】面状発熱体の第1性能試験結果を示すグラフ。*

【図1】



【図3】



12

*【図4】面状発熱体の第3性能試験結果を示すグラフ。

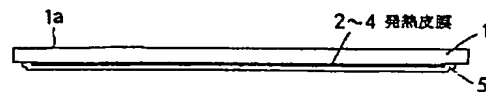
【図5】面状発熱体の第4性能試験結果を示すグラフ。

【図6】本発明を実施した面状発熱体の発熱皮膜の抵抗-温度曲線を示すグラフ。

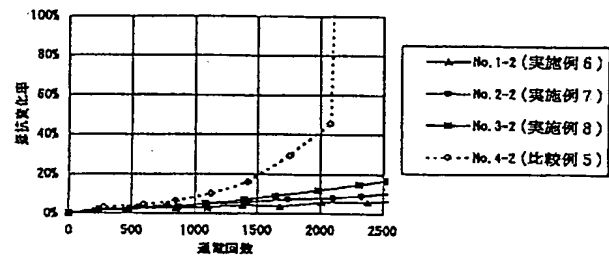
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 発熱皮膜(発熱部)
- 3 発熱皮膜(電極部)
- 4 発熱皮膜(端子部)
- 5 カバー層

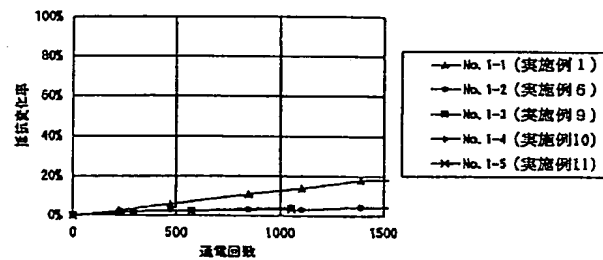
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

